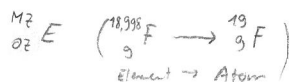


Zusammenfassung Chemie

Elemente & Atome

Element = chem. unteilbarer Stoff



Elementarteilchen: Proton ($1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$; $1,0073\text{u}$)
Neutron (0C ; $1,0087\text{u}$)
Elektron ($-1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$; $0,00055\text{u}$)

Reinelement: eine Möglichkeit d. Konfiguration

Mischelement: Isotope (unterschiedl. Zahl d. Neutronen)

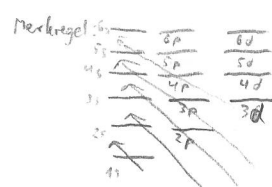
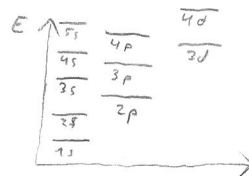
Ionen: Kation K^+ ; Anion A^-

$1\text{u} = \frac{1}{12} m_{{}^{12}_6\text{C}}$; bei Atom gibt es Massendefekt (Massäquivalent zur Bindungsenergie)

→ „unhandlich“ → wieviel Atome ${}^{12}_6\text{C}$ wiegen 12g ? $\rightarrow N_A = 6,02 \cdot 10^{23} = 1\text{mol}$

Elektronenkonfiguration: Pauli-Prinzip: Jedes e besitzt eindeutigen QZ-Satz:

Hauptschale: Haupt-QZ $n (1, 2, 3, \dots)$ } bestimmen
Unterschalen: Neben-QZ $l (0, 1, 2, \dots, (n-1))$ } e-Lage
Magnet-QZ $m (0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l)$ } energet. gleich
Spin-QZ $s (\pm \frac{1}{2})$



Hundsches Prinzip: Energiegleiche (entartete) Orbitale müssen zunächst einzeln mit e parallel Spin besetzt werden

Edelgasschalen

Edelgase ($\text{He}, \text{Ne}, \text{Ar}, \text{Kr}, \text{Xe}, \text{Rn}$) besonders stabil

Elemente streben nach Edelgaskonfig (Verhalten abhängig von Stellung in PSE); Möglichkeiten: Abgabe von e⁻, Aufnahme von e⁻, Teilen von e⁻ (kovalente Bindung)

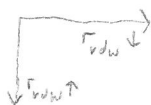
Period. Eigenschaften

Radius d. Atome:



Kovalenzradius: halber Bdg-Abstand (= $61,5\text{pm}$)

Van-der-Waals-radius: Radius eines Atoms, das an anderes berührt (= 147pm)



Abgabe/Aufnahme v. e⁻

Elektronenaffinität: $\text{H} + \text{e}^- \rightarrow \text{H}^-$ (Hydrid)

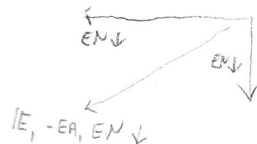
Ionisierungs-Energie: $\text{H} \rightarrow \text{H}^+ + \text{e}^-$

Elektronenegativität

maß f. Anziehungskraft auf e⁻ (in Bdg.)

Abstoßung und Anziehung (posit. Eneg. Gesamt-E möglich)

Bedarf v. Energie notwendig (posit. Energieportion)



Charakter d. Elemente

	C	N	O	F	
	Si	P	S	Cl	
	As	Se	Br		
		Te	I		
Metalle (Leiters)					Nichtmetalle (Isolatoren)
Abnahme EN, IE, -EA					
					Halbmetalle (Halbleiter)

V Verbrennung H₂-Bond

- 1) keine Rh
- 2) AE notwendig
- 3) E-Abgabe (Wärme, Licht)
- 4) Weiterreaktion ohne AE
- 5) anderer Stoff entstehend

Chem. Reaktion

Element = Sorte Atome (Isotope nicht berücksichtigt)

Verbindung = bestehen aus mehreren Elementen

Charakterisierung: physikalisch (Schmelz-/Siedepunkt, Farbe)
chemisch (Zusammensetzung, Rh)

Lavoisier: $\sum \text{Masse Edukte} = \sum \text{Masse Produkte}$

Standardbildungsenthalpie: ΔH_f° : $a\text{A} + b\text{B} \rightarrow c\text{C} + d\text{D}$

$$\Delta H = d \cdot \Delta H_f^\circ(\text{D}) + c \cdot \Delta H_f^\circ(\text{C}) - a \cdot \Delta H_f^\circ(\text{A}) - b \cdot \Delta H_f^\circ(\text{B})$$

> 0: endotherm (läßt freiwillig ab \Rightarrow Triebkraft: steigende Unordnung)
< 0: exotherm

Wasserstoff: 0,15% d. Erdkruste (Massenprozent)

$\frac{2}{3}$ d. Gesamtmasse d. Weltalls (H ist leichteste Element \hookrightarrow hoher Mol-%-Anteil)

Herstellung

1) Elektrolyse von H₂O (Hofmannsche Apparat) früher



2) Mit Kohle: $\text{H}_2\text{O} + \text{C} \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \text{H}_2 + \text{CO}$ $\Delta H = +131\text{kJ}$

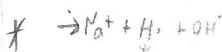
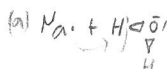
Konvertierung: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ $\Delta H = -41\text{kJ}$

Nachweise: Knallgasprobe
Glühspannprobe

Dichte: $1\text{mol} \hat{=} 2,016\text{g} \hat{=} 22,4\text{l}$

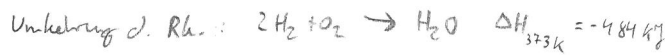
$$\rho_{\text{H}_2} = 0,089 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

3) aus elektroposit. Metallen: (EN <<)



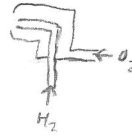
(b) Kipp'scher Apparat:

$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- + \text{H}_2$
Hahn öffnen: H₂ entweicht \rightarrow HCl-Pegel sinkt \hookrightarrow Zn wird benetzt \rightarrow Rh
Hahn schließen: H₂-Druck \uparrow \rightarrow drückt HCl in Vorratsgefäß \rightarrow Rh endet



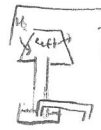
- a) Döbereiner Feuerzeug (Pt-Volle als Kat.)
- b) Wasserstoff-Knallgas-Gemisch
- c) Daniell'scher Hahn (kontroll. Rk. zum Schweißen)
- d) Brennstoffzelle (kontroll. Rk. zur Erzeugung v. Strom)
- e) Raketenantriebsstoff: H_2 bei $-253^\circ C$: $2380 kJ/m^3$

Katalysator: senkt ΔE
 • ändert weder Edukte / Produkte
 • Reaktionsenthalpie
 → kein Einfluss auf Stoff- / Energieumsatz



Diffusionsgeschwindigkeits-Vergleich $H_2 \leftrightarrow$ Luft: $\bar{m}_L = 29 \frac{g}{mol}$ $\bar{m}_{H_2} = 2 \frac{g}{mol}$

$$\frac{\bar{m}_L}{\bar{m}_{H_2}} = \frac{\bar{v}_{H_2}^2}{\bar{v}_L^2}$$



H_2 schneller → diffundiert schneller
 → Überdruck im Topf

Chem. Reaktion: Atombindung: gerichtete Bdg. (benz. Partner)
 • orbitalwechselwirkung
 (gemeins. Bindungsorbitale)

Atom-Orbitale $1s$ $2s$ } kugel- & rotationsymmetrisch

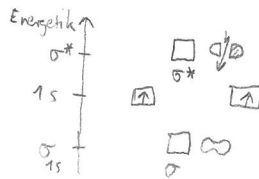
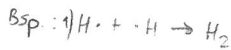
Vorzeichen d. Wellenfunktion ≠ Ladung!

Molekül-Orbitale: Kombination von AO verschiedener Zentren zu MO

{gleiches Vorzeichen d. Wellenfunktion} → {anziehende} (antibindend)
 {entgegenges. Vorzeichen} → {abstoßende} (bindend)

$2p_z$ 8 VZW bei Rotation um Kern
 → 1 Knotenebene

d-Orbitale 2 VZW → 2 Knotenebenen

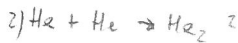


$$E_{\sigma^*} - E_{1s} > E_{1s} - E_{\sigma}$$

$$\Delta H = 2 E_{\sigma} - 2 E_{1s}$$

allgen.: n AO's → n MO's

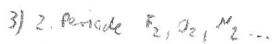
σ/σ^* : rotationsymmetr. um Kern-Kern-Verbindungsline (Bindungsachse) ⇒ H_2 stabil
 σ : bindender MO $E_{\sigma} < E_{1s}$ keine Knotenebene
 σ^* : antibindender MO $E_{\sigma^*} > E_{1s}$ 1 Knotenebene



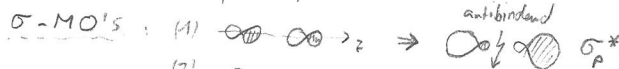
$$\Delta H = 2 \cdot E_{\sigma^*} + 2 \cdot E_{\sigma} - (2 \cdot E_{1s} + 2 \cdot E_{1s})$$

$$= 2 \cdot (E_{\sigma^*} - E_{1s}) - 2 \cdot (E_{1s} - E_{\sigma}) > 0 \Rightarrow \text{endotherm} \Rightarrow \text{instabil}$$

(da sowohl bindender als auch antibindender MO mit 2e besetzt sein müssten, tritt keine Bindungsenergie auf)

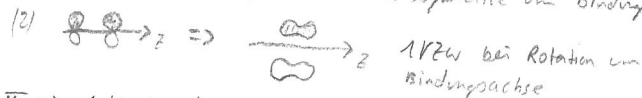


AO von "F": $1s^2 / 2s^2 2p^5$



π -MO's: (1) \Rightarrow bindend π_p rotationsymmetrisch um Bindungsachse

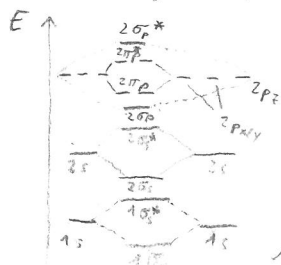
(2) \Rightarrow keine Rotationsymmetrie um Bindungsachse



$\pi^* \Rightarrow$ 2 Knotenebenen (eine von p, eine von antibindend)

⇒ WW zw. p_z -AO's (σ_p MO's) stärker als WW zw. p_x/p_y -AO's (π_p -MO's)

Aufspaltung zu σ_p und σ_p^* > Aufspaltung zu π_p und π_p^*



variable Besetzung für F_2, O_2, N_2

Kalenebereich
 Rumpforbitale
 kein E-Gewinn (→ H_2)

sp-HO:

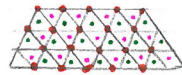
Kugelpackungen

(1) ABAB...

hexagonal dichteste Kugelpackung (hcp)

Mg-Typ; Raumerfüllung: 74%

$KZ = 12$



A-Schicht
B-Schicht
C-Schicht

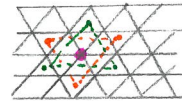
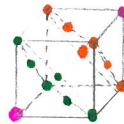
(2) ABCABC...

kubisch dichteste Kugelpackung (ccp)

Cu-Typ; Raumerfüllung: 74%

$ccp \hat{=} fcc$ (face centered cubic)

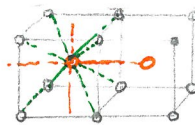
$KZ = 12$



(3) kubisch innen zentriert (bcc)
(raumzentriert)

Wolfram \rightarrow W-Typ; Raumerfüllung: 68%

$KZ = 8 + 6$



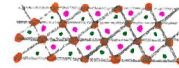
Elementarzelle

(4) kubisch primitiver Typ (cpp)

α -Fe-Typ



Lücken in ccp und hcp



A B

Tetraederlücke



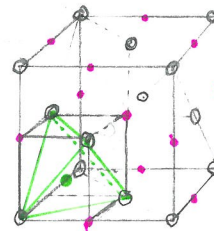
Oktaederlücke



Lücken oder Koordinationspolyeder

n	Anordnung	$\angle LEL$	Name	Hybridis
2	L-E-L	180°	linear	$sp-HO's$
3	L-E-L	120°	trigonal planar	$sp^2-HO's$
4	L-E-L	$109,5^\circ$	tetraedisch	$sp^3-HO's$
5	L-E-L	90° 120°	trigonal bipyramidal	$sp^2 pd$ ($sp^3 d$ dsp^3)
6	L-E-L	90°	oktaedisch	$d^2 sp^3$ $sp^3 d^2$
8	L-E-L	70° $109,5^\circ$	kubisch	Lücken

Lücken in fcc-Darstellung



o fcc

• OL (Kantenmitte & Zentrum)

• TL (in jedem der 8 kleinen Würfel)

Lücken in cpp



• OL (kubische Lücke)

Ionenbindung

Coulomb-WW: $F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$

Q_{ideal} = Minimalwert, der angenommen werden muss

Iongitter: $r_{Anion} \gg r_{Kation} \Rightarrow$ Kugelpackung aus Anionen, Kationen in Lücke

Strukturtyp abhängig von $Q = \frac{r_{Kation}}{r_{Anion}}$ (Beschränkung auf AB-Strukturtyp)

1) CsCl-Typ: $KZ_{Cs^+} = KZ_{Cl^-} = 8$

$r_{Cs^+} = 181 pm$ $r_{Cl^-} = 167 pm \Rightarrow Q = 0,902$ ($Q_{ideal} = 0,732$)

Anionen: cPP

Kationen: in CL

3) ZnS-Typ: $KZ_{Zn^{2+}} = KZ_{S^{2-}} = 4$

$Q_{ideal} = 0,224$

Anion: FCC

Kation: Hälfte d. TL

2) NaCl-Typ: $KZ_{Na^+} = KZ_{Cl^-} = 6$

$r_{Na^+} = 102 pm$ $r_{Cl^-} = 181 pm \Rightarrow Q = 0,564$ ($Q_{ideal} = 0,414$)

Anionen: FCC

Kationen: in OL

AB-Typ	KZ	Polyeder	Q
$CS^+ Cl^-$	8/8	Kubus	$0,732 - 1^+$
$Na^+ Cl^-$	6/6	Oktaeder	$0,414 - 0,732$
$Zn^{2+} S^{2-}$	4/4	Tetraeder	$0,224 - 0,414$

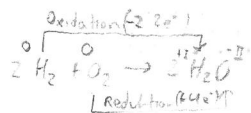
Duktilität:

Salze aufgrund der Abstößungskraft d. Ionen spröde und nicht plastisch verformbar (wie Metalle)

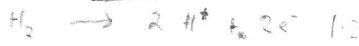
Reaktionstypen

1) Redoxreaktion:
(Elementarteilchen: e^-)

Brennstoffzelle:



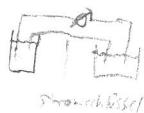
Oxidation:



Reduktion:



Galvanisches Element



E.B. $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} [c] \parallel \text{Cu}^{2+} [c] / \text{Cu}$

$$U = E^\circ_{\text{Pluspol}} - E^\circ_{\text{Minuspol}}$$

Konzentrationsabhängigkeit d. Potentials:

$$E = E^\circ + \frac{R}{nF} \cdot \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

bei Gasen $[\text{Ox}/\text{Red}] \Rightarrow P_{\text{Ox/Red}}$

R = allgem. Gaskonst.

F = Faraday-Konst.

T = Temp n = Anzahl e^-

Chem. GG: GG ist stets dynamisch \rightarrow Reaktionen nicht zum Erliegen, sondern laufen nebeneinander ab.

$$v_{\text{hin}} = v_{\text{rück}} \Rightarrow k_{\text{hin}} \cdot [\text{Edukte}] = k_{\text{rück}} \cdot [\text{Produkte}]$$

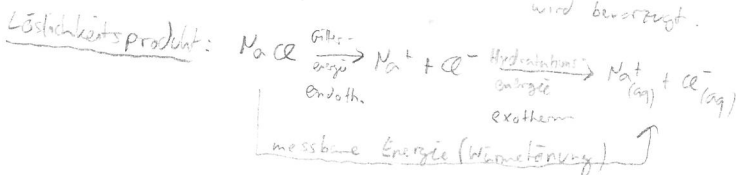
$$\Rightarrow \text{MWG: } K = \frac{[\text{Produkte}]}{[\text{Edukte}]}$$

GG-Verschiebung (Prinzip von Le Chatelier)

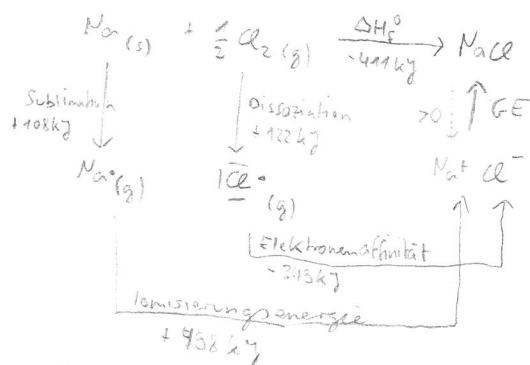
(1) Temperatur-Änderung ($T \uparrow$: endotherme Rk wird stärker, $T \downarrow$: exotherme Rk ")

(2) Zugabe/Entfernen v. Reaktanden

(3) Druckänderung (nur bei Gasen): $p \uparrow$: Seite mit weniger (Gas-) Teilchen wird bevorzugt.



Born-Haber-Kreisprozess:



$$K_L = [\text{A}^-]^a \cdot [\text{K}^+]^k \Rightarrow \text{p}K_L = -\lg K_L$$

Wasserhärte

(1) temporäre Härte:



\rightarrow fällt beim Erhitzen aus

(2) permanente Härte: CaSO_4, \dots

fällt beim Erhitzen nicht aus

$$1^\circ \text{ dt. Härte} = \frac{1 \text{ g CaO}}{100 \text{ ml}}$$

(1...40)

Probleme:

Ca^{2+} blockiert Tenside



Trick: Ca^{2+} Phosphate / Zeolithe Komplexbildung

Oxidationsstufen: Elemente 0

Ionladung = Ox-Stufe

Sonstige: Formel ermittelte Ladung

Elektroden-Spannungsreihe

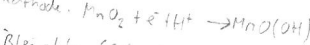
	Red	Ox	E°
stärkeres Red-Mittel	Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2 e^-$	neg
schwächeres Red-Mittel	Cu	$\text{Cu}^{2+} + 2 e^-$	positiv

freiwillig laufen nur Prozesse zw. einer red. Form und einer in d. Redox-Reihe darunter liegender oxid. Form (stärkeres Red- mit stärkerem Ox-Mittel)

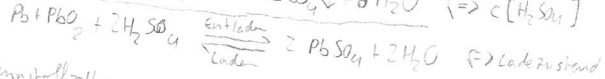
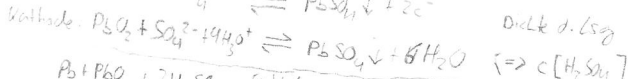
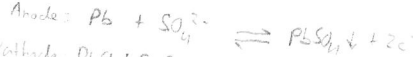
Erzwungene Rk (Elektrolyse): $E_{\text{el}} \rightarrow E_{\text{ch}}$

Konstante Spannungsspielraum

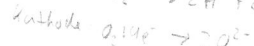
1) Trafoelement (Leclanché-Element)



2) Bleiakkumulator (Sekundärbatterie)

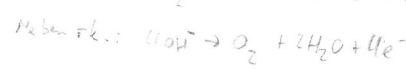
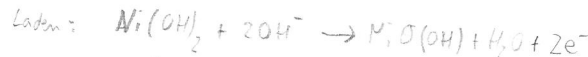


3) Brennstoffzelle



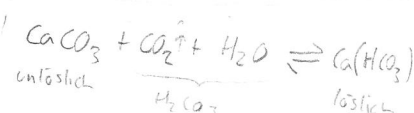
Wirkungsgrad 80 %
 $U \approx 1 \text{ V}$

4) Ni/Cd-Akku



$\text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Munroeffekt}$
(Ablöse: Ni-Metallhydridalkali)

	NaF	NaCl	NaI
Kristall-Gitterenergie (kJ/mol)	235	283	318
GE (kJ/mol)	-316	-790	-635
Schmelzpunkt (°C)	992	800	662



Kesselstein: Erhitzen $\rightarrow \text{CO}_2 \uparrow \rightarrow \text{GG ver-schiebt sich} \Rightarrow \text{CaCO}_3$ fällt aus

Tropfstein:

oberirdisch: pCO_2 relativ hoch $\rightarrow \text{GG rechts}$

unterirdisch: pCO_2 relativ niedrig $\rightarrow \text{GG links} \rightarrow \text{CaCO}_3$ fällt aus

Säuren & Basen

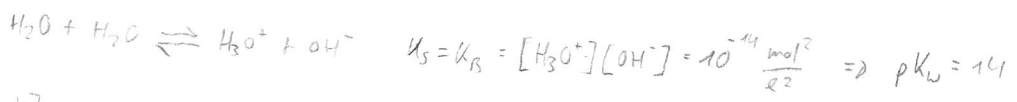
- Def.: (1) Arrhenius: Säuren (Basen) gehen in Lösung H^+ (OH^-) ab.
 (2) Brønstedt: Säuren (Basen) geben/nehmen H^+ ab/auf (H^+ ist Elementarteilchen)
 (3) Lewis: Säuren (Basen) sind Elektronenpaar - Akzeptoren/-Donatoren

Bsp.: $MH_3 + H^+ \rightarrow MH_4^+$
 Brønstedt-Base, aber keine Base nach Arrhenius.

Stärke: wird gegenüber H_2O gemessen: $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^- \Rightarrow K_S = \frac{[H_3O^+][Cl^-]}{[HCl]}$ (bzw. $pK_S = -\lg K_S$)
 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \Rightarrow K_B = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$ (bzw. pK_B)

freiwillig: stärkere Säure mit stärkerer Base

Autoprotolyse d. H_2O



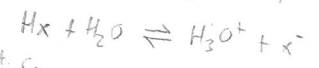
$pH = -\lg [H_3O^+]$

$pOH = -\lg [OH^-]$

$pH + pOH = 14$

Sauer: $pH < 7$ ($pOH > 7$)
 neutral: $pH = pOH = 7$
 basisch: $pH > 7$ ($pOH < 7$)

Zur Berechnung von pH-/pOH-Werten



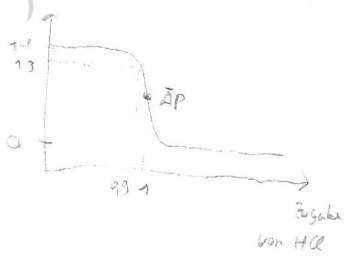
$K_S = \frac{[H_3O^+][x^-]}{[Hx]} = \frac{n^2}{c_0 - n}$

Vereinfachungen:

starke Säure: $n \approx c_0$ ($K_S \gg 1$)

Schwache Säure: $c_0 \approx c_0 - n$ ($K_S \ll 1$)

Titrationskurve: Bsp.: $NaOH \xrightarrow{HCl} Na^+ + OH^-$



Anfang: $[OH^-] = 1 \text{ mol}$	Zugabe HCl	pH
	-	14
50% Titriert (0,5 mol)	0,5 mol	13
99% Titriert (0,99 mol)	0,99 mol	12
100% Titriert (10^{-2} mol)	$\approx 1 \text{ mol}$	7

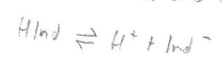
Indikatoren: (1) elektr. Sonde.



$E = E^0 + \frac{0,059}{2} \lg [H^+]^2 \Rightarrow E = -0,059 pH$
 bei $pH = 0$

(2) Farbindikatoren:

schwache Säure und ihre konjug. Base (unterschiedl. Farbe)

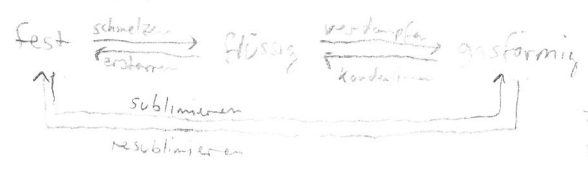


in Säure: GG nach links ($[H^+]$ groß)

Base: GG nach rechts ($[H^+]$ klein)

Farbwechsel am AP d. Indikators
 $[HInd] = [Ind^-]$

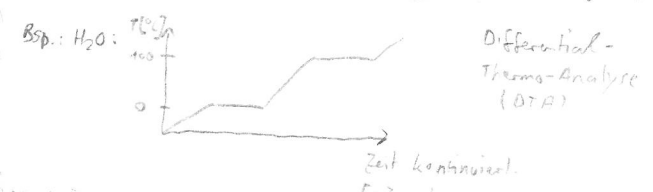
Phasenübergänge



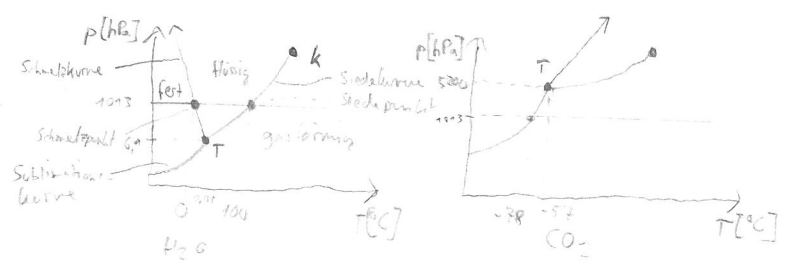
steigende Beweglichkeit/Energie d. Teilchen

\Rightarrow E-Zufuhr für Übergang nötig
 \Leftarrow E-Abnahme für Übergang nötig

dynam. GG: GG abhängig von p und T



Zustandsdiagramme: Existenzbereich von Phasen in Abhängigkeit von p und T



	WW	Ion-Ion	Dipol-Dipol	v.d. Waals
Bsp.	$Mn^{2+}Cl^-$	H_2O	Cl_2	Ar
Smp	800°C	0°C	-31.8°C	-189°C
Sj p	?	100°C	-123°C	-152°C

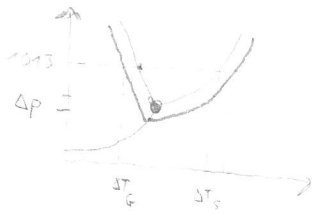
Eisberg-Versuch: übersättigte Lösung (mehr Feststoff gelöst als K_L zulässt)

~55°C \rightarrow Gefrieren ist exothermes Prozess
 liegt Tripelpunkt unterhalb des 1013 hPa-Niveaus, dann übersteigt diese auf jeden Fall die Schmelzkurve (sichtbar abhängig von K_L)

T = Tripelpunkt: 3 Phasen existieren nebeneinander
 k = kritischer Punkt (krit. Phase): Dampf hat gleiche Dichte wie Flüssigkeit \rightarrow enthält Phase

Mischungen

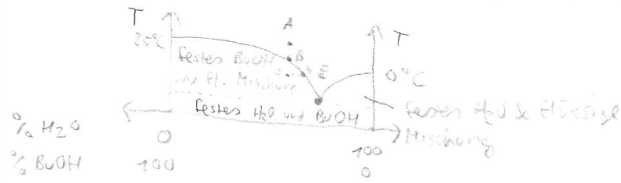
Eigenschaften einer Mischung \neq Summe d. Einzeleigenschaften (Bsp.: 50ml H₂O + 50ml Ethanol \rightarrow 38ml Mischung)



Kolligative Eigenschaften (bei Zusatz einer Fremdstoffbindung)

- (1) Dampfdruckminderung Δp
 - (2) Schmelzpunkt-/Gefrierpunktniedrigung ΔT_f (z.B. Streusalz)
 - (3) Siedepunkterhöhung ΔT_s
 - (4) Osmotischer Druck
- abhängig (bei gegebenem Lösungsmittel) allein von der Anzahl der gelösten Teilchen \rightarrow Molmassenbestimmung

Phasendiagramm für 2-Komponentensystem (bei festem p):



E: Eutektikum: niedrigster erreichbarer Schmelzpunkt bei Mischung aus H₂O und BuOH

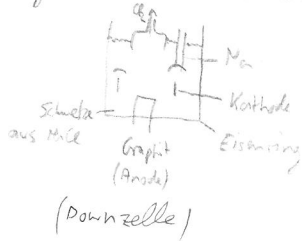
A: 50% H₂O/BuOH (flüssige Mischung) abkühlen

B abkühlen C (nur theoret. erreichbar): es fällt festes BuOH aus; Lösung verarmt an BuOH \rightarrow C₂ enthält mehr H₂O, z.B. 55% (eigtl. B \rightarrow C₂)

Metalle



Herstellung: oft durch Schmelzflusselektrolyse



Kathode: $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

Anode: $Cl^- \rightarrow e^- + \frac{1}{2} Cl_2$

techn.: Zugabe von $CaCl_2$ (Gefrierpunktniedrigung)
Rh in Schmelze: Normalpotentiale gelten nicht mehr!

[alternativ in Lsg:]

	$E_0 [V]$	$E_0 (pH=7)$	$E_0 (pH=14)$
① $Na \rightleftharpoons Na^+ + e^-$	-2,71	E^0	E^0
② $\frac{1}{2} H_2 \rightleftharpoons H^+ + e^-$	0 (pH=0)	-0,414	-0,828 (aus Autoprotolyse)
③ $Cl^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} Cl_2 + e^-$	1,40	E^0	E^0

①+③: $\Delta E = 4,11V$ (läuft nicht ab)

①+②: $\Delta E_{pH=7} = 1,81V$

$\Delta E_{pH=14} = 2,23V$

\Rightarrow es setzt sich H₂ anstatt Na ab!

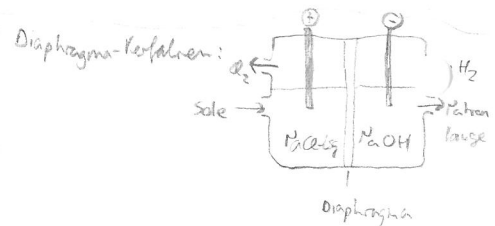
Alkalimetalle

	Li	Na	K	Rb	Cs
Smp	180°C	98°C	64°C	39°C	28°C

- Na/K-Legierung flüssig bei Raumtemperatur
- Flammenfärbung durch Metale, welche Alkali-Met. enthalten (Anregung durch therm. Energie \rightarrow E-Absgabe in Form von sichtbarem Licht)

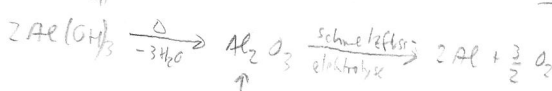
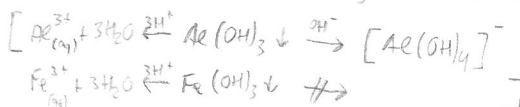
allgemein: Schmelzflusselektrolyse (chloralkalielektrolyse in Lsg.)

- Diaphragma- oder Membranverfahren (\rightarrow oben: H₂/Cl₂/NaOH)
- Na wird als Amalgam (Na/Hg) gebunden (Zersetzung erfolgt erst im Abscheider)



Aluminium/Eisen: kommen vergemeinschaftet vor; Trennung:

$Al(OH)_3$ ist amphoter, $Fe(OH)_3$ nicht \rightarrow Filtration

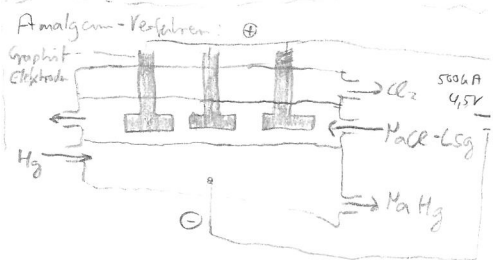
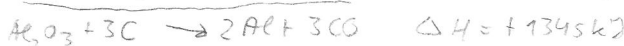


Smp: 2015°C \rightarrow Zugabe von Kryptolith (Na_3AlF_6): Smp: 1000°C \rightarrow Eutektikum (18,5% Al_2O_3 : Smp.: 935°C)

Realisation: $Al_2O_3 \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

Kathode: $2Al^{3+} + 6e^- \rightleftharpoons 2Al$

Anode: $3O^{2-} \rightleftharpoons \frac{3}{2} O_2 + 6e^-$ (Graphitelektroden)



Amphoterie: $E_0(Al/Al^{3+}) = -1,66V$ bei $pH=0$: $H^+(E_0=0V)$ reagiert sowohl mit Fe als auch mit Al freiwillig;
 $E_0(Fe/Fe^{2+}) = -0,44V$ $pH=14$: $H^+(E_0=-0,828V)$ reagiert nur mit Al freiwillig;
 $E_0(Fe/Fe^{3+}) = -0,037V$

Aluminium: Baustoff: z.B. Flugzeugbau
 chemisch leicht oxidiert (wie Fe), aber: Al_2O_3 ist transparenter, filmartiger Überzug \rightarrow schützt vor weiterer Oxidation
 \rightarrow technisch: erzeugen einen Al_2O_3 -Schutzfilm durch Elodol-Verfahren
 Al leichter zu oxidieren als Fe (ohne Schutzschicht): $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

Korrosionsschutz

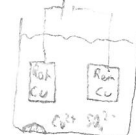
Kathodelement: $\begin{matrix} \text{P} & \text{B} \\ \uparrow & \uparrow \\ \text{unedler} & \text{edler} \end{matrix}$ unedleres Metall oxidiert bevorzugt \rightarrow Opfermetall

Darstellung & Kupfer: Röstreaktion: $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

(i) Röstreaktion: $2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$
 Reduktionsarbeit

(ii) Reduktionsarbeit: $2Cu_2O + C \rightarrow 4Cu + CO_2$

Elektrolyt. Reinigung von Cu (Verunreinigt z.B. durch Fe, Ag, ...)



Anode: edle Metalle lösen sich als letztes \rightarrow Anodenschlamm
 Kathode: edlere Metalle scheiden sich zuerst ab $\rightarrow Fe^{2+}$ bleibt gelöst

Nichtmetalle:

1) Halogene: $F_2(g)$, $Cl_2(g)$, $Br_2(l)$, $I_2(s)$

Darstellung: F_2 durch Schmelzflusselolyse (Begründung: $E^0(H_2O/\frac{1}{2}O_2 + 2H^+) = 1,23V$
 $E^0(F_2/F^-) = 2,87V$)

Cl_2 : - Chloralkalielektrolyse
 - Alkali- - Schmelzflusselolyse

im Labor: $2MnO_2 + 4HCl \rightarrow 2Cl_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

in Abflusswasser: $OCr + 4Cl \xrightarrow{H^+} Cl_2 + OH^-$
 Hypochlorit

Transport: $Cl_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow{H^+} CaCl(OCl) + H_2O$

Wasserstoffverbrennung: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ $\Delta E = -184/-334 kJ$
 (Chlorwasserstoffsäure)

Springbrunnenversuch: $HCl_{(g)} + H_2O \rightarrow HCl_{(aq)} + OH^- \rightarrow$

Chalkogene: O, S, Se, Te, Po
 (Eisengitter)

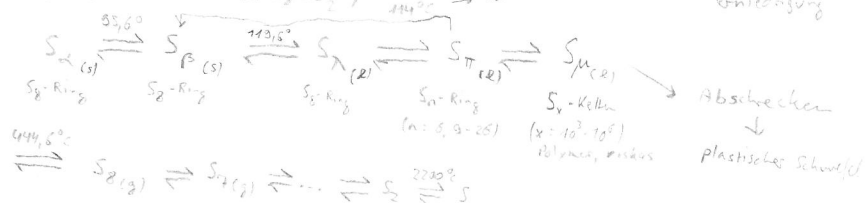
Schwefel. Vorkommen: - elementar
 - S^{2-} in Erzen (Zinkblende, Bleiglanz, Kupferglanz)
 - in organ. Stoffen (z.B. Aminosäuren, faulige Erze H_2S)

Gewinnung: - aus element. Schwefel \rightarrow Abbau, Frasch-Verfahren

- aus H_2S -Abgasen: $H_2S + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow \frac{1}{8}S_8 + H_2O$

- aus sulfid. Erzen (\rightarrow Röstverfahren $\rightarrow SO_2$) $\xrightarrow{H_2S}$ $\rightarrow Sn$ sind Fremdstoffe \rightarrow Schmelzpunkt-erniedrigung

Erscheinungsformen:



Kontaktverfahren: $S + O_2 \rightarrow SO_2 \xrightarrow{\frac{1}{2}O_2} SO_3$ stark exotherm (Problem: Abföhen d. Wärme)

Eigenschaften H_2SO_4 : wasserentziehend: Zucker (Kohlhydrate) $\xrightarrow{-H_2O}$ Kohle
 oxidierend: $Br^- \rightarrow \frac{1}{2}Br_2$